



Universidade de Aveiro Departamento de Educação e Psicologia
2016

**ANA RAQUEL
OLIVEIRA
GONÇALVES**

**ACESSO À CONSCIÊNCIA VISUAL DE ESTÍMULOS
AMEAÇADORES EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA
ESPACIAL**



**ANA RAQUEL
OLIVEIRA
GONÇALVES**

**DETEÇÃO DE ESTÍMULOS AMEAÇADORES EM
FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA ESPACIAL E A SUA
VANTAGEM NO ACESSO À CONSCIÊNCIA VISUAL**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Psicologia da Saúde e Reabilitação Neuropsicológica, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Sandra Cristina de Oliveira Soares, Professora Auxiliar do Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro.

“Aqueles que passam por nós não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós”.

Antoine de Saint-Exupéri

Dedico este trabalho aos meus pais e aos meus irmãos, pelo incansável esforço e apoio dado ao longo destes 5 anos, e em toda a minha vida, e por sempre me terem permitido ser tudo aquilo que quero ser.

Dedico ainda este trabalho a todos os estudantes que lutam todos os dias por um futuro melhor e pela realização dos seus sonhos. A força vem da vontade de vencer e de ser feliz. A eles, um enorme obrigado por me motivarem todos os dias.

o júri

presidente

Professora Doutora Anabela Maria Sousa Pereira

Professora Associada com Agregação do Departamento de Educação e Psicologia da
Universidade de Aveiro

Professora Doutora Ana Telma Fernandes Pereira

Investigadora Auxiliar da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Professora Doutora Sandra Cristina de Oliveira Soares

Professora Auxiliar do Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro

agradecimentos

São várias as pessoas que passam por nós e deixam a sua marca. Aqui, de forma oficial, quero deixar a todos um agradecimento especial.

Agradeço, primeiramente, à Professora Sandra Soares, por todo o conhecimento partilhado, mas acima de tudo pelo apoio constante e dedicação a este trabalho, assim como a todo o trabalho que desenvolve, tornando-se para mim num modelo a seguir.

Agradeço ao Nuno, por todo o apoio prestado e pela confiança no meu trabalho, estando sempre presente em todas as fases deste processo, tornando-se fundamental para o sucesso deste trabalho. Agradeço ainda à Marta Rocha, por estar igualmente presente nesta última etapa, e pelos momentos de sucesso e dificuldades partilhados que sempre nos ajudam a crescer.

A toda a minha família, particularmente aos meus pais, irmãos, madrinha e avós, por 24 anos de amor, carinho, orgulho e dedicação. Por se terem superado todos os dias para me dar a melhor experiência de vida e educação, assim como a melhor perspetiva sobre mim e sobre o mundo, sem nunca me terem impedido de “sonhar com os pés na Terra”.

Ao Filipe, por estar presente em todos os momentos, desde o meu primeiro dia na UA, como colega, “patrão”, amigo e namorado, acompanhando todos os meus sucessos e fracassos e, principalmente, por sempre ter acreditado em mim, mesmo quando baixar os braços pareceu ser a melhor solução.

Aos meus amigos, em particular ao Fred, ao Russo, à Filipa Matias, à Costa Nova, à Joana Ribeiro, à Daniela, e todos mais, pelas conversas, saídas, trabalhos, brincadeiras e desabaços, e por serem como uma família para mim, nesta bela cidade que me acolheu à 5 anos atrás.

A todos os meus outros verdadeiros amigos, agradeço por todo o apoio e confiança, e que me fizeram ser tão feliz em Aveiro.

Às senhoras da Lavandaria das Residências Universitárias, Graça e Paula, que fizeram parte deste percurso a maioria do tempo e, embora em contexto de trabalho, sempre tiveram uma palavra amiga, sempre certa e no momento certo, preenchendo este caminho de sabedoria e tranquilidade.

A todos os que passaram pelo meu percurso académico, profissional e pessoal, um grande agradecimento por me ajudarem a crescer e ser a pessoa que me tornei, e a profissional que serei!

palavras-chave

Medo; Estímulos Ameaçadores; Acesso à Consciência; CFS; Aranhas; Cobras.

resumo

O processamento privilegiado de estímulos ameaçadores, nomeadamente de cobras, tem sido associado a uma via subcortical direta para a amígdala, ignorando o processamento pelo córtex visual. Este estudo pretende avaliar se cobras, em comparação com as aranhas (estímulo ameaçador semelhante às cobras a nível evolutivo), mantêm a vantagem no acesso à consciência visual enquanto estímulo ameaçador, percebendo também se esse privilégio ocorre apenas em filtragens de baixa frequência espacial (Low Spatial Frequency; LSF) ou noutro tipo de filtragem: alta frequência espacial (High Spatial Frequency: HSF) ou frequência espacial *standard* (Broad Spatial Frequency: BSF). Os resultados demonstraram que, no geral, os estímulos ameaçadores acedem à consciência visual mais rapidamente do que os estímulos neutros em filtragens BSF e LSF. As aranhas têm um acesso privilegiado à consciência visual em HSF. No entanto, o processamento das cobras parece estar mais dependente da filtragem em LSF, comparativamente ao estímulo neutro (pássaros). Os resultados vêm reforçar a existência de uma via subcortical para a amígdala no acesso à consciência visual, salientando o envolvimento de estruturas subcorticais para o processamento de estímulos de ameaça de acordo com a sua carga evolutiva, sendo esta via de acesso privilegiada para as cobras.

keywords

Fear; Threatening stimuli; Access Awareness; CFS; spiders; snakes.

abstract

The privileged processing of threatening stimuli, particularly of snakes, has been associated with a direct subcortical pathway to the amygdala, ignoring processing by the visual cortex. This study aims to assess whether snakes, compared to spiders (threatening stimulus similar to evolutionary snakes), retain the advantage of accessing visual consciousness as a threatening stimulus, and also perceives whether this privilege occurs only in Low Spatial Frequency (LSF) or other types of Filtering: high spatial frequency (HSF) or standard spatial frequency (BSF). The results demonstrated that, in general, the threatening stimuli access the visual consciousness more quickly than the neutral stimuli in BSF and LSF filtrations. Spiders have privileged access to visual awareness in HSF. However, the processing of snakes seems to be more dependent on LSF filtration compared to the neutral stimulus (birds). The results reinforce the existence of a subcortical pathway for the amygdala in the access to visual awareness, emphasizing the involvement of subcortical structures for the processing of threatening stimuli according to their evolutionary load, being this privileged access route for snakes.

Índice

Introdução.....	1
Métodos	5
Participantes	5
Estímulos.....	6
Máscaras CFS	7
Exibição dos estímulos	8
Procedimento	9
Análise estatística.....	11
Resultados	11
Discussão.....	13
Referências	18

Índice de figuras

Figura 1 – Exemplos de estímulos da experiência. Quatro exemplos para cada categoria. ..	6
Figura 2 – Manipulação dos estímulos para a experiência.....	7
Figura 3 – Criação dos quadrados de cada ensaio, a imagem dos estímulos está incluída no canal RGB azul e a máscara de Mondrian no canal RGB vermelho.....	8
Figura 4 – Detalhes da criação dos quadrados e das suas dimensões.....	9
Figura 5 – Exemplos de ensaio experimental, incluindo os intervalos de tempo das exibições e contrastes e os quadrados resultantes da visão com os óculos 3D.	10
Figura 6 – Média dos tempos de reação (RT) no acesso à consciência visual em milissegundos (ms) para os três estímulos de animais, em função de três filtragens de frequência espacial.	12

Introdução

O medo é uma emoção com significado evolutivo, estando na base dos comportamentos de defesa face a eventos potencialmente ameaçadores, preparando o corpo para lidar e reagir aos mesmos (Blanchard & Blanchard, 1988; Öhman & Mineka, 2001) e contribuindo assim para a sobrevivência da espécie. Através da seleção natural, o medo tem sido moldado ao longo da evolução, sendo uma emoção adotada pelo Homem para se proteger de criaturas perigosas, de modo a recrutar sistemas motores e perceptivos para uma identificação rápida e eficaz das ameaças (Ohman, 2000). Desta forma, o medo parece ser um aspeto central da evolução dos mamíferos.

De acordo com Seligman (1971), o processo evolutivo permitiu aos seres humanos desenvolver uma propensão para associar o medo a situações que ameaçavam a sua sobrevivência. No entanto, os mamíferos conservam as suas estruturas cerebrais ao longo da evolução, nomeadamente as que estão envolvidas na vigilância, medo, memória e aprendizagem de estímulos de medo. Isto pode explicar a permanência do medo para estímulos ecologicamente relevantes, como as aranhas e as cobras, ao longo da evolução da espécie (Agras, Sylvester, & Oliveau, 1969; Isbell, 2006; Öhman & Mineka, 2001; Seligman, 1971). Neste sentido, Öhman e Mineka (2001) propuseram o “Módulo de medo”. Este entende-se como um sistema comportamental, cognitivo e neuronal relativamente independente, concebido para ajudar a resolver problemas de adaptação associados a situações potencialmente ameaçadoras à espécie. De acordo com os autores, este módulo é preferencialmente ativado por estímulos específicos de medo evolutivamente relevantes e em contextos onde poderão existir estímulos aversivos ou potencialmente ameaçadores. O processamento de estímulos ameaçadores (quer a nível da deteção e reconhecimento dos mesmos, quer das respostas associadas), é visto como um comportamento evolutivamente adaptativo, que permite aos primatas (humanos e não humanos) evitar o risco de comprometer a sua sobrevivência (Öhman & Mineka, 2001). O módulo de medo apresenta-se, assim, como uma hipótese esclarecedora das respostas de medo, uma vez que também se encontra envolvido na explicação dos sintomas de diversas perturbações, como fobias específicas, perturbação de stress pós-traumático, ansiedade e perturbações de humor (American Psychiatric Association, 2013; Öhman & Mineka, 2001), uma vez que essa sintomatologia ocorre quando existe uma disfuncionalidade na ativação do módulo.

Isbell (2009) postulou que a pressão evolutiva dos primatas na detecção de estímulos potencialmente ameaçadores, particularmente no caso das cobras, resultou em mudanças significativas no sistema visual, levando à integração de sistemas de defesa sensoriais, que ligam o tálamo diretamente à amígdala, assim como ligações entre a amígdala e o campo visual (LeDoux, 1996; Öhman, Carlsson, Lundqvist, & Ingvar, 2007; Öhman, Soares, Juth, Lindström, & Esteves, 2012; Tamietto & de Gelder, 2010). De fato, alguns estudos referem que as reações associadas ao medo têm origem em estruturas cerebrais mais primitivas, principalmente na amígdala, que podem agir de forma relativamente independente das cognições superiores emergentes (LeDoux, 1996; Öhman & Mineka, 2001; Rosen & Schulkin, 1998). A amígdala é uma estrutura central para diversos tipos de emoções e uma das regiões mais primitivas dos mamíferos (Öhman & Mineka, 2001). LeDoux (1996) demonstrou que existe uma via direta e rápida da retina para a amígdala a partir do tálamo. A ativação da amígdala é mediada por uma via subcortical, à qual os autores chamaram de “low road”, que passa através do colículo superior e do núcleo pulvinar do tálamo antes de aceder à amígdala, e que opera sobre informação de baixa frequência espacial (Öhman, 2005). Vários estudos com primatas apoiaram a existência desta via. Estes verificaram que os estímulos de medo (tanto cobras como faces) ativavam o colículo superior e o núcleo pulvinar e, conseqüentemente, provocavam a ativação da amígdala, mesmo em condições em que existe pouca informação ou informação degradada sobre o estímulo: fora do foco atencional ou ausência de consciência visual (Almeida, Soares, & Castelo-Branco, 2015; Le et al., 2013; Maior et al., 2011).

Para a ativação desta via “low road”, os estudos sugerem que a via subcortical capta informações de baixa frequência espacial (Low Spatial Frequency; LSF) em vez de informações de alta frequência espacial (High Spatial Frequency; LSF) (Schiller, Malpeli & Schein, 1979). Em LSF, as imagens mostram características grosseiras dos estímulos, não fornecendo os detalhes visuais finos que seriam fornecidos em informação HSF. Assim, as informações LSF permitem simular condições naturais, em que os estímulos estejam camuflados, como seria se estivessem colocados na periferia do campo visual, mas que requeiram processamento prioritário (Soares et al., 2014).

Estudos com “Capuchin Monkeys” com lesão a nível do colículo superior (Superior Culiculus; SC) demonstram que estes perdem a capacidade de processar as cobras como ameaça (Maior et al., 2011). Outros estudos verificaram ainda que as cobras modulam a

atividade do núcleo pulvinar dos macacos (Le et al., 2013), e que esta atividade parece ser aumentada quando as cobras se apresentam em posição de ataque (Le et al., 2014). Os estudos sugerem ainda que a informação é direcionada do SC para o núcleo pulvinar, devido ao período de latência na ativação do SC e do núcleo pulvinar (Carr, 2015). Além disso, nos seres humanos verifica-se a ativação específica para estímulos de cobras, tanto do SC, como do núcleo pulvinar e da amígdala (Almeida et al., 2015).

No que concerne à categorização dos estímulos de medo (Mayr, 1974), podemos categorizá-los em dois tipos: intraespecíficos, em que os estímulos ameaçadores estão relacionados com sistemas de submissão social, ou seja, que estímulos dentro da espécie possam representar uma ameaça (faces de raiva); e interespecíficos, relacionados com estímulos ameaçadores de outras espécies, como as cobras e as aranhas. Neste sentido, este estudo pretende mostrar o efeito das variações das frequências espaciais de estímulos relevantes interespecíficos, nomeadamente cobras e aranhas, na deteção desses mesmos estímulos pela consciência visual.

Um estudo recente manipulou a frequência espacial de estímulos de faces ameaçadoras e neutras (estímulos socialmente relevantes), verificando que existe vantagem no acesso à consciência quando as faces ameaçadoras se baseiam em informações de alta frequência espacial (HSF) (Stein, Seymour, Hebart, & Sterzer, 2014) comparativamente com os de baixa frequência espacial (LSF) ou frequência espacial híbrida (Hybrid SF), questionando assim a existência desta via mais rápida para a deteção da informação dos estímulos no acesso à consciência. Outros estudos vêm também contrariar a existência desta via “low road” de acesso à consciência (Pessoa & Adolphs, 2010). Contudo, estes apenas se basearam em estímulos socialmente relevantes, como é o caso dos estímulos intraespecíficos (faces). Poucos estudos utilizam este método com estímulos de medo interespecíficos, evolutivamente relevantes (Gomes, Silva, Silva, & Soares, 2016).

O presente estudo pretende examinar o papel da via subcortical visual para a amígdala no acesso preferencial à consciência de estímulos ameaçadores ecologicamente relevantes, nomeadamente de aranhas e cobras. Mais ainda, através da manipulação da frequência espacial dos estímulos, pretende-se verificar de que forma a variação da informação disponível de um determinado estímulo influencia a deteção dos mesmos. Para esse efeito, recorreu-se à utilização de um paradigma de supressão interocular, *Continuous Flash Suppression* (CFS; Tsuchiya & Koch, 2005). A um nível neuronal, as técnicas de

supressão de interocular parecem reduzir o nível de atividade na via geniculostriada e suprimir fortemente o processamento visual no córtex estriado (Lin & He, 2009). Através do CFS é possível suprimir a consciência visual de um estímulo por longos períodos de tempo, proporcionando assim uma supressão mais forte do que as técnicas mais clássicas (Tsuchiya & Koch, 2005), tais como a Rivalidade Binocular (Binocular Rivalry; BR), sendo assim considerada a técnica ideal para estudar os mecanismos inconscientes (Yang, Zald, & Blake, 2007). O CFS permite também avaliar o tempo que determinado estímulo com carga emocional precisa para aceder à consciência. Esta variante do CFS, chamada de "Breaking - CFS" (Zhou, Jiang, He, & Chen, 2010), revela-se, assim, extremamente útil no estudo dos limiares de deteção conscientes para diferentes classes de estímulos. Para esta análise, foram recolhidos os tempos de reação para a deteção dos estímulos.

Embora a seleção natural opere para detetar e evitar tanto cobras como aranhas (Isbell, 2009), no caso das aranhas essa força evolutiva revela-se mais fraca, o que é evidenciado por teorias recentes que reforçam o medo de cobras como sendo de maior impacto no processo evolutivo da espécie humana (Isbell, 2006). A teoria da Deteção de Cobras (SDT; Isbell, 2009) postula que o medo e o comportamento de as evitar se encontram enraizados na evolução dos primatas, desde há 90-80 milhões de anos. De acordo com esta teoria, as cobras, como predadores, eram uma importante fonte de seleção, favorecendo a origem dos primatas para a expansão visual na deteção rápida de cobras e evitamento do estímulo ameaçador. Esta capacidade visual manifestada aquando da presença de estímulos de cobra não se verifica quando os estímulos são aranhas, apesar de ambos partilharem as mesmas características de ameaça (Isbell, 2009). O processamento visual automático de cobras é, assim, considerado mais eficiente em termos de sobrevivência, acontecendo mais rapidamente (Gomes et al., 2016; Soares et al., 2014).

Em estudos anteriores, foi testada a deteção de estímulos de cobras e aranhas em diferentes condições visuais, tais como em curtos períodos de exposição, na periferia do campo visual e camuflados em ambientes percetivos complexos (Gomes et al., 2016; Soares, 2012; Soares et al., 2014; Soares, Esteves, Lundqvist, & Ohman, 2009; Soares & Esteves, 2013). No entanto, apenas um estudo recente mostrou que as cobras são mais rapidamente percebidas pela consciência do que as aranhas, reforçando a natureza evolutiva das cobras como um estímulo ameaçador para a espécie humana (Gomes et al.,

2016). As cobras são, portanto, percebidas preferencialmente pela consciência, tendo acesso privilegiado aos sistemas de medo (Öhman & Mineka, 2001).

Assim, além de se pretender verificar de que forma a variação da frequência espacial dos estímulos influencia o tempo que o mesmo leva a chegar à consciência, pretende-se averiguar a vantagem das cobras no acesso à consciência, no que respeita a estímulos ameaçadores ecologicamente relevantes, principalmente em condições em que o indivíduo tem pouca informação disponível acerca do estímulo. Para isso, utilizamos as aranhas como termo de comparação. Com este estudo espera-se que exista, em condições de filtragem *standard* (BSF), um acesso privilegiado à consciência visual por parte dos estímulos ameaçadores, particularmente das cobras. Por outro lado, espera-se que as cobras apresentem um acesso privilegiado no acesso à consciência visual em condições LSF, uma vez que a via subcortical têm maior sensibilidade a informações desta filtragem (Schiller, Malpeli, & Schein, 1979; Vuilleumier, Armony, Driver, & Dolan, 2003), distinguindo-se significativamente do estímulo neutro (pássaros). Em condições HSF, espera-se que não existam diferenças significativas nas médias do tempo de reação para os estímulos de medo (aranhas e cobras) comparativamente com os pássaros, uma vez que o papel da “low road” parece diminuir nestas condições de filtragem (Leventhal, Rodieck, & Drehkr, 1985). Por outro lado, espera-se que as aranhas ganhem vantagem sobre as cobras neste tipo de filtragem, evidenciando, assim, a vantagem das cobras no acesso à consciência visual em filtragem LSF, reforçando a existência de uma via específica de acesso à consciência, mais rápida que a via cortical para o estímulo de cobras.

Métodos

Participantes

Nesta tarefa participaram voluntariamente 21 estudantes (20 mulheres), com idades entre os 18 e os 26 anos ($M=20$; $DP=2,0$). Os participantes foram avaliados quanto à sua dominância ocular através do teste de Miles (Miles, 1930), resultando em 12 participantes com dominância ocular no olho direito (11 mulheres), com idades entre os 18 e os 26 anos ($M=20$; $DP=2,329$) e 9 participantes com dominância ocular no olho esquerdo (9 femininos) com idades entre os 18 e os 22 anos ($M=20$; $DP=1,563$). Todos os participantes apresentavam acuidade visual normal, ou corrigida para o normal, não se encontravam

medicados a nível psiquiátrico, nem apresentavam, ou referiram, sintomatologia psicopatológica.

Estímulos

Os estímulos da tarefa experimental eram constituídos por 5 imagens de aranhas, 5 imagens de cobras e 5 imagens de pássaros (Figura 1). As imagens dos estímulos foram retiradas do estudo de Gomes e colegas (2016). Tal como nesse estudo, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nas bandas de frequência espacial e luminância ($p > 0,05$ em todos os casos).

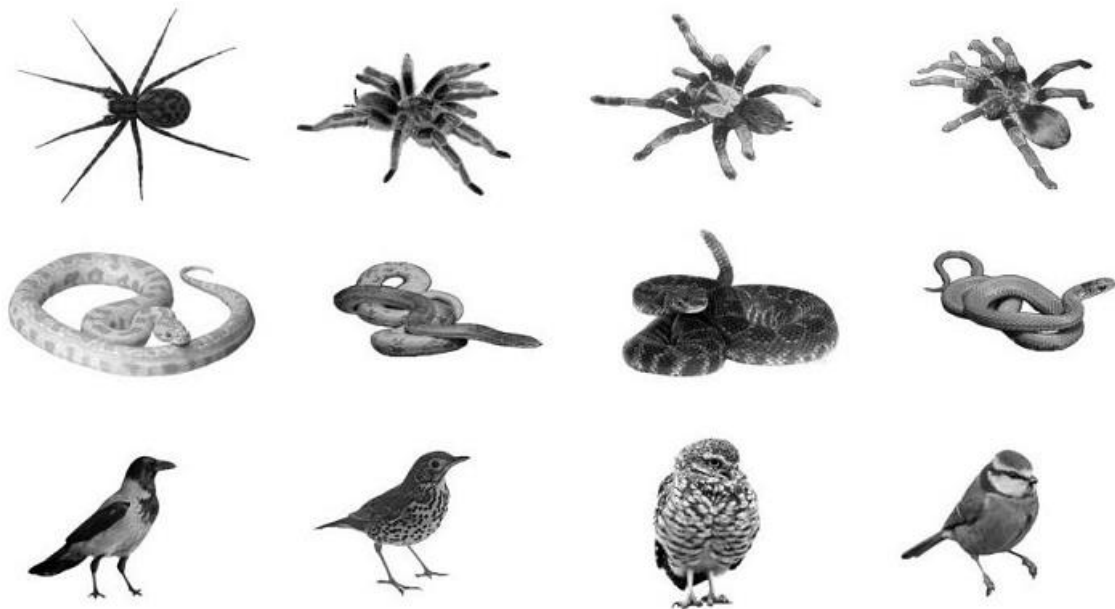


Figura 1 – Exemplos de estímulos da experiência. Quatro exemplos para cada categoria.

Para cada um dos estímulos originais, incluindo a sua frequência espacial *standard* (BSF), duas versões adicionais foram criadas: um contendo componentes apenas de baixa frequência espacial (LSF) e outra incluindo só componentes de alta frequência espacial (HSF) (Figura 2).

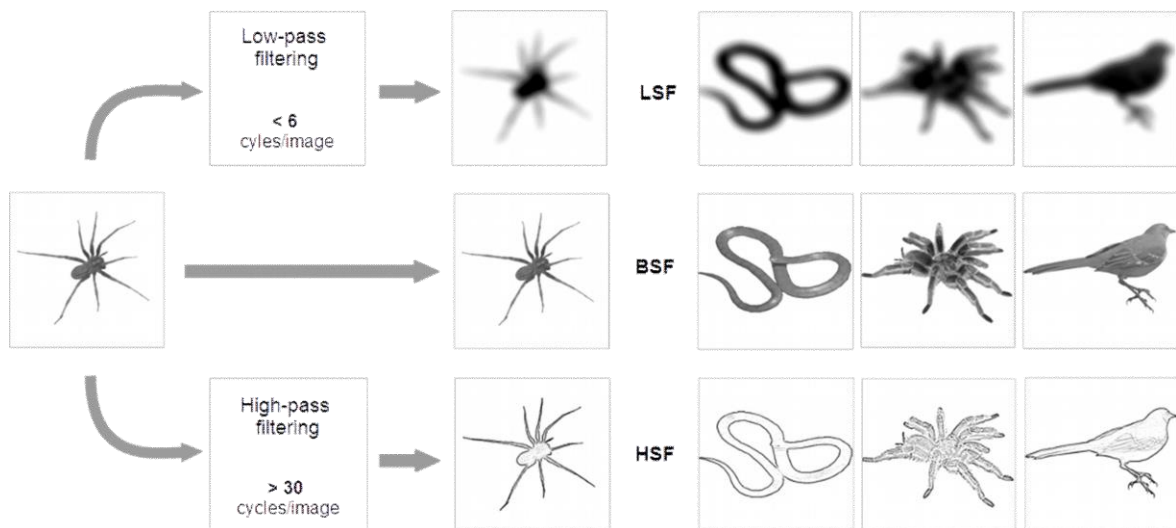


Figura 2 – Manipulação dos estímulos para a experiência. A partir dos estímulos originais, também incluídos nos ensaios experimentais, foi criado um com filtragem de baixa frequência espacial (LSF) e outro com filtragem de alta frequência espacial (HSF). Exemplo à direita da imagem.

A filtragem dos estímulos foi realizada através de filtros personalizados desenvolvidos usando o Matlab e definida uma frequência de corte menor ou igual a 6 ciclos/imagem para os estímulos LSF e maior ou igual a 30 ciclos/imagem para os estímulos HSF (Carretié et al., 2012).

Máscaras CFS

Para implementar a CFS, foram utilizados os padrões de Mondrian (Figura 3), compostos por círculos em tons de cinzento, com raios de 0.39° e 1.4° , distribuídos aleatoriamente e com animação de 10Hz. A fim de criar uma condição binocular, utilizando “óculos 3D vermelho-azul” (e.g., Troiani, Price, & Schultz, 2014), os estímulos foram apresentados através do canal RGB azul e as máscaras CFS apresentadas pelo canal RGB vermelho (Figura 3).

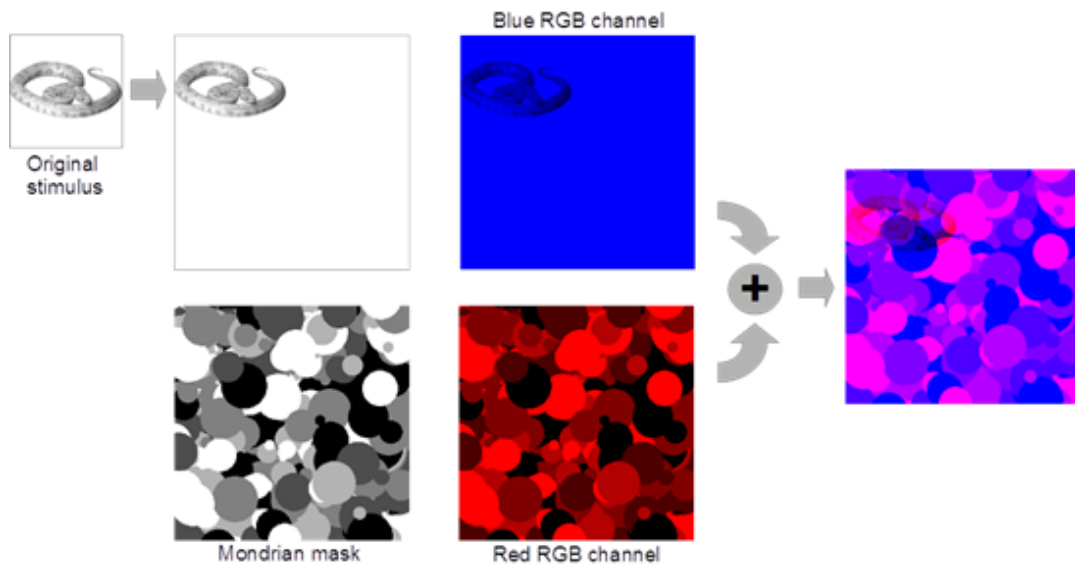


Figura 3 – Para criar os quadrados de cada ensaio, a imagem dos estímulos está incluída no canal RGB azul e a máscara de Mondrian no canal RGB vermelho. Da esquerda para a direita vemos o estímulo em tons de cinza original e a máscara de Mondrian separados, a sua inserção no respetivo canal e o quadro da junção de ambos.

Embora os estímulos e as máscaras tenham sido apresentados sobrepostos, cada olho só era capaz de ver aquilo que lhe era apresentado na mesma cor que a lente colocada. Deste modo, os estímulos foram sempre apresentados ao olho dominante e a máscara CFS apresentada ao outro olho.

Exibição dos estímulos

Foi apresentado a cada participante um quadrado de $8^\circ \times 8^\circ$ de largura, com uma margem de ruído branco com espessura de $0,5^\circ$, dentro do qual foram expostos os estímulos e as máscaras. Os estímulos foram apresentados num dos quadrantes do quadrado, sendo centrado no mesmo, a uma distância de $1,9^\circ$ de cada eixo (figura 4).

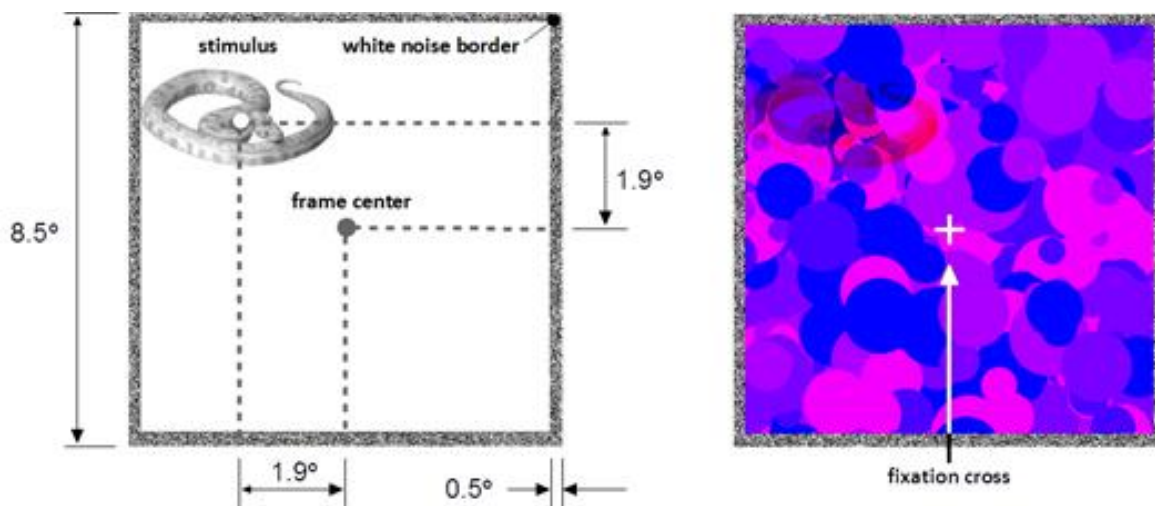


Figura 4 – Detalhes da criação dos quadrados e das suas dimensões: (esquerda) os estímulos são posicionados num dos quadrantes do quadro e é adicionado um contorno de ruído branco; (direita) quadro com a junção dos estímulos, da máscara CFS, do contorno de ruído e da cruz de fixação, tal como apresentado aos participantes.

A apresentação dos estímulos e a respetiva recolha de dados foi realizada em computadores com monitores Professional Dell P2212H, LED VGA de 21,5 polegadas (1920x1080), através de um software personalizado, semelhante ao desenvolvido por Gomes e colegas (2016).

Procedimento

Antes da tarefa foi averiguado qual o olho dominante do participante, através do teste de Miles (Miles, 1930). Neste teste, o participante colocava as duas mãos juntas perfazendo um triângulo com os dedos indicadores e os polegares. A uma distância de 6 metros foi colocado um círculo na parede, o qual pedimos aos participantes para o centrar no triângulo desenhado pelos dedos. Posteriormente, e sem mexer os braços, pedimos ao participante que fechasse um olho de cada vez e indicasse com qual conseguia visualizar o círculo por dentro do triângulo. O olho que conseguisse ver seria, então, o olho dominante.

Os participantes assinaram previamente o consentimento informado. De seguida, foram sentados em frente ao monitor do computador, com o centro da tela ao nível dos seus olhos, tendo sido assegurado que os mesmos se encontravam a uma distância de 50cm do respetivo quadrado. Não foram fornecidas quaisquer informações sobre a natureza dos estímulos. Cada ensaio começou com uma apresentação de 1s do quadrado de fundo azul,

com uma cruz branca no centro. Seguidamente, o estímulo foi introduzido num dos quatro quadrantes, aumentando o seu contraste de forma linear durante 1.1s. Depois deste tempo, a máscara CFS começa a reduzir o seu contraste de forma linear num período de 4s, ficando o estímulo totalmente exibido nos 3s seguintes. O ensaio terminava com a resposta do participante no intervalo destes 7s (ver Figura 5).

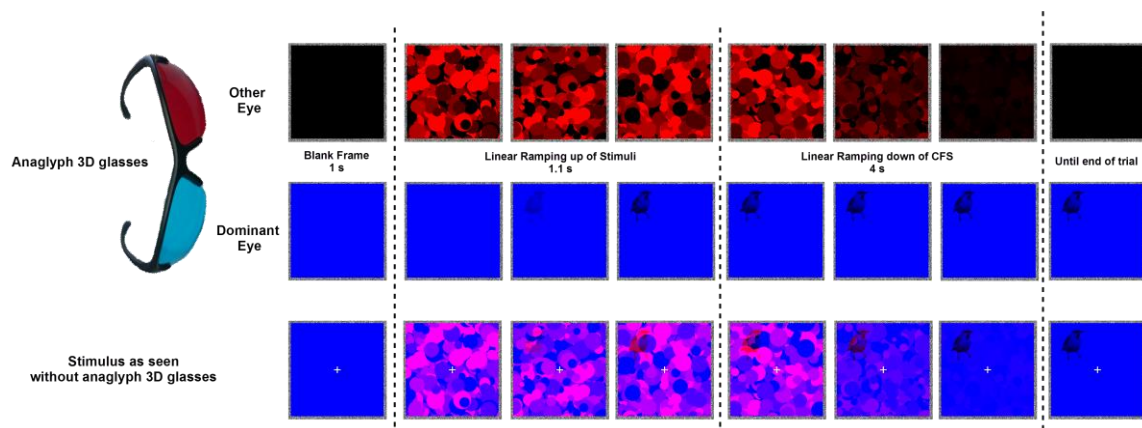


Figura 5 – Exemplos de um ensaio experimental, incluindo os intervalos de tempo das exibições e contrastes e os quadrados resultantes da visão com os óculos 3D vermelho-azul.

Para medir de forma objetiva o tempo de reação do participante, as respostas foram avaliadas a partir de um paradigma de escolha forçada (Stein et al., 2014; Yang et al., 2007), na medida em que os participantes eram instruídos a identificar, o mais rapidamente possível, em que quadrante se encontrava o estímulo ou parte do mesmo que se tornasse visível. Para a resposta, o participante teria de utilizar as teclas de um teclado QWERTY, correspondendo as teclas J, F, V, e N aos 1º, 2º, 3º e 4º quadrantes, respetivamente. Os tempos de resposta foram registados.

A recolha de dados foi feita com base em 180 ensaios, sendo 60 (5 exemplares de cada estímulo x 4 quadrantes x 3 frequências espaciais dos estímulos) de cada estímulo (cobras, aranhas e pássaros), separados por três intervalos (a cada 45 ensaios). A totalidade da tarefa durou cerca de 40 minutos.

A experiência começou com uma fase de treino de 45 ensaios, seleccionados aleatoriamente do conjunto dos 180. Os utilizados nesta fase não integraram a tarefa principal. A tarefa foi construída com imagens dos 3 estímulos, que não foram utilizadas na fase experimental. Esta fase tinha como objetivo a familiarização do participante com o

tipo de estímulos a ser apresentado e a tarefa propriamente dita, assim como de modo a esclarecer eventuais dúvidas face à tarefa.

Análise estatística

As médias dos tempos de reação foram comparadas num desenho experimental de 3x3, com recurso a Análises de Variância (ANOVAs), com a categoria de estímulos (cobras, aranhas e pássaros) e os filtros das frequências espaciais (BSF, LSF e HSF) como variáveis intra-sujeitos. À semelhança de estudos anteriores com este paradigma (Gomes et al., 2016; Stein et al., 2014) os ensaios com nenhuma resposta ou alta taxa de respostas incorretas (<0,05%) foram excluídos da análise.

Foram ainda utilizadas as correções de Greenhouse-Geisser para corrigir os graus de liberdade, sempre que necessário. Foram ainda realizadas comparações post-hoc, utilizando o processo de correção de Bonferroni, para determinar a significância dos contrastes emparelhados. Como medida do tamanho do efeito das ANOVAs, foi relatado o partial eta square (η^2_p).

Resultados

Os resultados revelaram um efeito principal dos estímulos [$F(2,40) = 24.496$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.551$], evidenciando o acesso mais rápido à consciência por parte das aranhas ($M = 4236.362\text{ms}$; $DP = 219.058$; $p = 0.001$) e cobras ($M = 4388.288\text{ms}$; $DP = 213.192$; $p < .001$) em relação aos pássaros ($M = 4715.325\text{ms}$; $DP = 214.944$). No entanto, ainda que as aranhas se apresentem como mais rápidas no acesso à consciência visual do que as cobras, a diferença entre as médias no tempo de reação não se revelou estatisticamente significativas ($p = .059$). Foi também encontrado um efeito principal das filtrações de frequência espacial [$F(2,40) = 14.123$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.414$], sendo que a filtração em BSF evidenciou um acesso mais rápido dos estímulos à consciência visual ($M = 4153.696\text{ms}$; $DP = 214.214$) do que em LSF ($M = 4567.292\text{ms}$; $DP = 220.994$; $p < .001$) e em HSF ($M = 4618.987\text{ms}$; $DP = 220.994$; $p < .001$). Por sua vez, a filtração em LSF também pareceu permitir um acesso mais rápido dos estímulos do que em HSF ($p < .001$).

Importa também referir que foi encontrada uma interação significativa entre a filtração de frequência espacial e os estímulos [$F(4,80) = 4.843$, $p < .005$, $\eta^2_p = .195$]. Mais especificamente, para imagens filtradas em BSF, as aranhas ($M = 3839.920\text{ms}$;

DP=233.680) apresentaram-se significativamente mais rápidas no acesso à consciência visual do que as cobras (M=4094.703ms; DP=210.482; $p=.034$) que, por sua vez, se evidenciam mais rápidas do que os pássaros (M=4526.465; DP=221.502; $p<.001$). As aranhas também diferiram significativamente dos pássaros ($p<.001$). Em LSF, tanto aranhas (M=4406.722; DP=232.021) como cobras (M=4426.985; DP=237.961) evidenciaram-se mais rápidas no acesso à consciência visual do que os pássaros (M=4868.168ms; DP=219.249; $p=.001$ para a diferenças de médias entre os pássaros e as aranhas; $p=.005$ para a diferença entre médias entre os pássaros e as cobras). Os tempos de reação entre aranhas e cobras não diferiram significativamente entre si ($p=1.000$). Em HSF, as aranhas (M=4462.444; DP=224.284) apresentaram-se mais rápidas do que as cobras (M=4643.177; DP=218.806; $p=.048$) e do que os pássaros (M=4751.341; DP=232.945; $p=.002$). Por outro lado, cobras e pássaros não apresentaram diferenças significativas nos tempos de reação ($p=1.000$) com filtragem HSF (Figura 6).

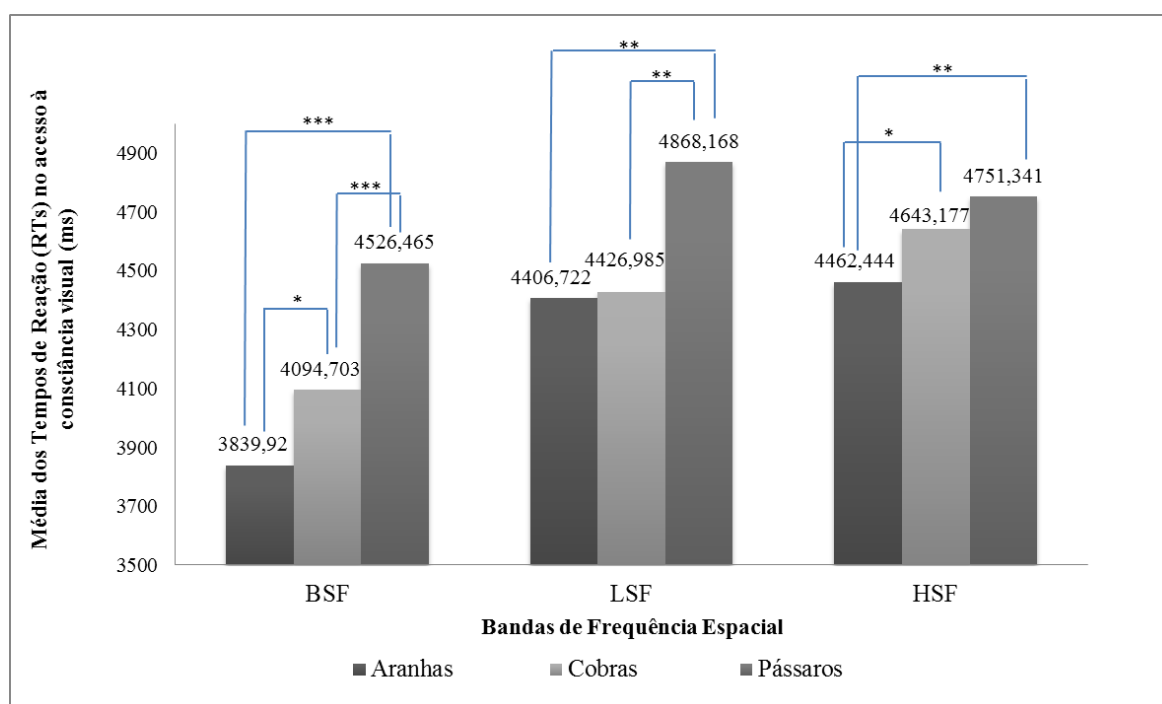


Figura 6 – Média dos tempos de reação (RT) no acesso à consciência visual em milissegundos (ms) para os três estímulos de animais, em função de três filtragens de frequência espacial; * indica $p <.05$; ** indica $p <.01$; *** indica $p <.001$.

Por último, e ainda que os resultados das médias dos tempos de reação em cada frequência espacial, em função dos estímulos, não se verifiquem relevantes para o estudo em questão, os dados dados indicam que, para todos os estímulos, o acesso à consciência visual é mais rápido quando a filtragem se encontra em BSF do que em LSF ou HSF. Ou seja, no caso das aranhas, a média do tempo de reação aos estímulos em BSF ($M=3839.920$; $DP=233.680$) foi mais pequena do que em LSF ($M=4406.722$; $DP=232.021$; $p=.001$) e HSF ($M=4462.444$; 224.284 ; $p<.001$). O mesmo se verificou com o estímulo cobras, em que a média do tempo de reação ao estímulo em BSF ($M=4094.703$; $DP=210.482$) foi mais pequena do que em LSF ($M=4426.985$; $DP=237.961$; $p<.001$) e em HSF ($M=4643.177$; $DP=218.806$; $p=.001$). Mais uma vez, no caso dos pássaros (estímulo neutro), a média do tempo de reação ao estímulo verifica-se mais rápida em BSF ($M=4526.465$; $DP=221.502$) do que em HSF ($M=4751.341$; $DP=232.945$; $p=.031$) e em LSF ($M=4868.168$; $DP=219.249$; $p.038$).

Para os estímulos de medo (aranhas e cobras), a média dos tempos de reação verificou-se mais rápida em LSF do que em HSF. Para o estímulo neutro (pássaros), a média do tempo de reação foi mais pequena em HSF do que em LSF. Contudo, estes dados não se verificaram estatisticamente relevantes ($p>.05$ para todas as condições).

Discussão

O presente estudo pretendeu examinar o papel da via visual subcortical para a amígdala no acesso preferencial à consciência de estímulos ameaçadores ecologicamente relevantes, nomeadamente de aranhas e cobras. Para esse efeito, manipulou-se a frequência espacial dos diferentes estímulos, a fim de testar se, em comparação com estímulos neutros, os estímulos medo teriam um acesso privilegiado à consciência visual, nomeadamente quando filtrados em baixa frequência espacial (LSF; Stein et al., 2014). Por outro lado, pretendeu-se verificar se, em comparação com as aranhas, a vantagem das cobras face ao estímulo neutro apenas se verificava em condições LSF ou se também aconteceria noutros tipos de filtragem (BSF e HSF).

Na sua generalidade, os estímulos acederam mais rapidamente à consciência quando as informações foram apresentadas em BSF, comparativamente com as duas condições em que foram manipuladas as frequências espaciais (LSF e HSF). No que respeita ao tipo de estímulos, os estímulos de medo (aranhas e cobras) diferem

significativamente do estímulo neutro (pássaros) no acesso à consciência visual, em qualquer condição de frequência espacial, indo de encontro ao que era esperado neste estudo (Gomes et al., 2016; Yang et al., 2007). Esta vantagem pode ser explicada pela carga evolutiva dos estímulos de medo utilizados neste estudo (aranhas e cobras; Gomes et al., 2016; Isbell, 2006, 2009; Yang et al., 2007).

Por outro lado, o acesso à consciência visual dos estímulos de medo (aranhas e cobras) foi mais rápido quando a informação fornecida era em LSF, comparativamente com a manipulação HSF. No entanto, verificam-se diferenças significativas na média dos tempos de reação de aranhas e cobras quando em filtragens HSF. Nesta condição, as cobras parecem perder a vantagem no acesso à consciência relativamente ao estímulo neutro (pássaros). Este resultado sugere que o processamento de cobras parece estar dependente de processamento bottom-up (portanto, de vias subcorticais) e o de aranhas de um processamento top-down (ou seja, de vias corticais), reforçando a existência de uma via “low road” para o processamento de cobras (Soares et al., 2009).

É importante ainda referir que, ao contrário da literatura desenvolvida com estímulos intraespecíficos (i.e., faces) (Stein et al., 2014), os estímulos interespecíficos ameaçadores evolutivamente relevantes, particularmente no caso das cobras, parecem ter vantagem no acesso à consciência visual em filtragem LSF, comparativamente com filtragem HSF. Mais uma vez, os resultados sugerem a vantagem dos estímulos de medo no acesso à consciência, nomeadamente em condições em que é fornecida pouca informação sobre estímulo em causa (Gomes et al., 2016).

A informação em LSF está profundamente associada às vias magnocelulares (Leventhal et al., 1985; Schiller et al., 1979) e relaciona-se com o processamento no fluxo visual dorsal e nas estruturas visuais subcorticais, como SC e o núcleo pulvinar (Merigan & Maunsell, 1993; Schiller et al., 1979), que permitem o acesso mais rápido dos estímulos à consciência mesmo quando estes apresentam pouca informação sobre as suas características (Schiller et al., 1979; Soares et al., 2014). Desta forma, a resposta torna-se automática e ocorre mais rapidamente, permitindo ao indivíduo defender-se destas ameaças, preservando a espécie. As estruturas subcorticais não parecem receber informações via parvocelular, estando esta associada a informações HSF (Livingstone & Hubel, 1988; Merigan & Maunsell, 1993), reforçando, mais uma vez, a relação entre a via subcortical e as informações em LSF. Em estudos de fMRI, Vuilleumier e colegas (2003)

mostraram que o SC, o núcleo pulvinar e a amígdala se encontravam relacionadas com o processamento de informação de LSF. Uma vez que o CFS parece reduzir a atividade ao longo da via geniculoestriada e suprimir a atividade do córtex estriado (Lin & He, 2009), os dados vêm apoiar a existência de uma via subcortical visual SC-pulvinar para a amígdala para o acesso privilegiado de estímulos ameaçadores à consciência visual, mais concretamente no caso das cobras.

A via subcortical para o processamento de estímulos ameaçadores evidencia-se como o principal sistema de evitamento do perigo em vertebrados desde há milhões de anos (Carr, 2015). Embora a literatura ainda não seja consistente (Öhman et al., 2007) (Pessoa & Adolphs, 2010), estudos recentes argumentam sobre a importância desta via em primatas (Almeida et al., 2015). A nível visual, a supressão da consciência durante o CSF parece dever-se a uma redução na atividade do córtex visual primário (V1) (Yuval-Greenberg & Heeger, 2013). A literatura refere ainda que a atenção parece ser moduladora do processamento visual inconsciente durante a supressão provocada pelo CFS (Yang, Brascamp, Kang, & Blake, 2014). Existem ainda estudos de fMRI que reforçam estes dados evidenciando que a atenção seletiva influencia as respostas do V1 dos estímulos suprimidos (Watanabe et al., 2011). Assim, e uma vez que as vias subcorticais visuais, o colículo superior e o núcleo pulvinar poderiam ter um papel na orientação da atenção visual (Arend et al., 2008; Knudsen, 2007), a via subcortical para a amígdala poderia destacar os recursos atencionais para estímulos de medo suprimidos da consciência, modulando a atividade do V1 e permitindo o acesso mais rápido dos estímulos de medo à consciência visual. A nível evolutivo, esta vantagem dos estímulos de medo poderá ter estado na causa da seletividade natural das espécies, na medida em que a resposta ao estímulo ameaçador seria mais rápida e eficiente nos indivíduos que tivessem esta via subcortical mais desenvolvida, podendo assim garantir a continuidade da sua espécie.

Ainda no que respeita a estímulos de medo, evidencia-se um menor tempo de reação na deteção das aranhas, comparativamente com as cobras, o que refuta os resultados anteriormente obtidos (Gomes et al., 2016). Na verdade, as aranhas parecem aceder mais rapidamente ao processamento consciente, no que se trata de estímulos ameaçadores. Isso poderá dever-se ao facto de a informação proveniente de estímulos de aranhas se mantenha constante e semelhante nas diferentes formas em que podem surgir no ambiente, o que não acontece com as cobras. A flexibilidade característica do corpo deste animal permite-nos

confundi-lo com outros estímulos encontrados na natureza. Por exemplo, uma cobra esticada pode parecer um ramo de árvore ou um cabo, assim como uma cobra enrolada pode dar a parecer uma pedra, tornando-se mais difícil de identificar. Isso poderá justificar o facto de a diferença não ser fortemente significativa. A literatura sugere ainda que, quando comparado com estímulos irrelevantes semelhantes às cobras (por exemplo, cabos, ramos de árvore), o processamento dos estímulos não ativa o colículo superior nem o núcleo pulvinar, sendo esta ativação característica em estímulos de cobras reais (Almeida et al., 2015). No caso das aranhas, o seu formato é relativamente transversal nas mais diversas condições em que o estímulo possa ser apresentado e, por esse mesmo motivo, o indivíduo não terá de diferenciar o objeto de tantos outros, detetando-o como estímulo ameaçador mais rápida e eficazmente.

Importa ainda discutir a diferença no acesso à consciência de estímulos ameaçadores intraespecíficos e interespecíficos (Gomes et al., 2016; Mayr, 1974; Stein et al., 2014). Embora tanto cobras e aranhas como faces de medo e de raiva sejam mais rapidamente detetadas pela consciência, quando comparadas com estímulos neutros, o acesso à consciência visual por parte de estímulos interespecíficos parece ser menos exigente a nível de processamento cognitivo, reforçando a vantagem da deteção de estímulos ameaçadores em filtragem LSF (Stein et al., 2014). Já com estímulos intraespecíficos, a informação é mais complexa, sendo necessário o processamento cognitivo da mesma. Por outro lado, os estímulos intraespecíficos como estímulos socialmente relevantes apenas surgiram na evolução mais tarde do que as cobras e as aranhas (Öhman et al., 2012).

Outras explicações poderão estar na base desta diferença no acesso à consciência visual por parte destes tipos de estímulos. Por um lado, o acesso à consciência visual por parte de estímulos ameaçadores ecologicamente relevantes verifica-se mais rápido em condições onde é disponibilizada pouca informação sobre os mesmos. Este dado pode dever-se, quando comparado com estímulos socialmente relevantes, ao facto de as características dos estímulos serem constantes ao longo da sua evolução. Isso poderá ter implicado que não houvesse necessidade de desenvolvimento das estruturas corticais e subcorticais para o processamento desta informação, não constituindo um factor preponderante na seleção natural das espécies (Isbell, 2009). Por outro lado, quando falamos em estímulos ameaçadores socialmente relevantes, como as faces, as

características “grosseiras” destes estímulos permanecem iguais, independente das expressões que estas estão a transmitir. Ou seja, para que haja diferenciação das expressões faciais dos diferentes estímulos, faces neutras ou de raiva, por exemplo, o indivíduo terá de ter acesso as informações mais “finas” desses estímulos, como será o caso da identificação das alterações ao nível da musculatura facial que ocorrem nas diferentes expressões emocionais (Freitas-Magalhães, 2007). Esta diferenciação nas características que são necessárias para o indivíduo perceber determinado estímulo como ameaçador poderá ser uma forma de explicar a diferença das vias corticais adotadas para o acesso à consciência.

Embora os tempos de reação de acesso à consciência visual não difiram significativamente entre cobras e aranhas quando os estímulos são apresentados em LSF, a vantagem das aranhas face às cobras quando em BSF vem refutar a literatura até então divulgada, que não mostram diferenças entre cobras e aranhas em condições de processamento visual não exigente (Gomes et al., 2016). Os resultados poderão ainda estar relacionados com o nível de exposição aos estímulos, uma vez que existem mais facilmente aranhas no quotidiano dos humanos do que cobras. A exposição ao estímulo ameaçador constitui uma das estratégias adotadas na psicologia para o tratamento de fobias específicas, como forma de criar habituação aos estímulos, de modo a que este não seja um fator condicionante de o indivíduo viver o seu dia a dia, com o objetivo de evitar e/ou eliminar a adoção de comportamentos de evitamento (Barlow, 2008). Assim, sugere-se que este estudo seja replicado tendo em conta a diferenciação dos estímulos de cobras com outros estímulos neutros que possam fazer o indivíduo identificar erradamente este estímulo ameaçador em imagens de outros estímulos que não sejam desta categoria.

Assim, podemos concluir que os estímulos ameaçadores ecologicamente relevantes acedem mais rapidamente à consciência visual, comparativamente com os estímulos neutros. Por outro lado, as cobras apresentam vantagem no acesso à consciência visual, face aos estímulos neutros (pássaros), quando as imagens são apresentadas em filtragem LSF, evidenciando que, para o processamento deste estímulo ameaçador as informações mais grosseiras dos estímulos são suficientes. A perda desta vantagem em filtrações HSF vem reforçar a existência desta via subcortical “low road” para os estímulos de cobras, evidenciando a carga evolutiva deste estímulo na espécie humana.

Referências

- Agras, S., Sylvester, D., & Oliveau, D. (1969). The epidemiology of common fears and phobia. *Comprehensive Psychiatry*, 10(2), 151–156. [http://doi.org/10.1016/0010-440X\(69\)90022-4](http://doi.org/10.1016/0010-440X(69)90022-4)
- Almeida, I., Soares, S. C., & Castelo-Branco, M. (2015). The Distinct Role of the Amygdala, Superior Colliculus and Pulvinar in Processing of Central and Peripheral Snakes. *PLOS ONE*, 10(6), e0129949. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0129949>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. American Psychiatric Association. <http://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Arend, I., Machado, L., Ward, R., McGrath, M., Ro, T., & Rafal, R. D. (2008). Chapter 5.15 – The role of the human pulvinar in visual attention and action: evidence from temporal-order judgment, saccade decision, and antisaccade tasks. In *Progress in Brain Research* (Vol. 171, pp. 475–483). [http://doi.org/10.1016/S0079-6123\(08\)00669-9](http://doi.org/10.1016/S0079-6123(08)00669-9)
- Barlow, D. H. (2008). *Clinical handbook of psychological disorders : a step-by-step treatment manual*. Guilford Press.
- Blanchard, D. C., & Blanchard, R. J. (1988). Ethoexperimental approaches to the biology of emotion. *Annual Review of Psychology*, 39, 43–68. <http://doi.org/10.1146/annurev.ps.39.020188.000355>
- Carr, J. A. (2015). I'll take the low road: the evolutionary underpinnings of visually triggered fear. *Frontiers in Neuroscience*, 9. <http://doi.org/10.3389/fnins.2015.00414>
- Carretié, L., Ríos, M., Periañez, J. A., Kessel, D., Álvarez-Linera, J., Calvo, M., ... Adolphs, R. (2012). The Role of Low and High Spatial Frequencies in Exogenous Attention to Biologically Salient Stimuli. *PLoS ONE*, 7(5), e37082. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0037082>
- Freitas-Magalhães, A. (2007). *A Psicologia das Emoções: O Fascínio do Rosto Humano*. Porto: Edições Universidade Fernando Pessoa.
- Gomes, N., Silva, S., Silva, C. F., & Soares, S. C. (2016). Beware the Serpent: The Advantage of Ecologically-Relevant Stimuli in Accessing Visual Awareness.

- Evolution and Human Behavior*, 0(0), 151–156.
<http://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2016.10.004>
- Isbell, L. A. (2006). Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *Journal of Human Evolution*, 51(1), 1–35. <http://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.12.012>
- Isbell, L. A. (2009). *The fruit, the tree, and the serpent : why we see so well*. Harvard University Press.
- Knudsen, E. I. (2007). Fundamental Components of Attention. *Annual Review of Neuroscience*, 30(1), 57–78. <http://doi.org/10.1146/annurev.neuro.30.051606.094256>
- Le, Q. Van, Isbell, L. A., Matsumoto, J., Le, V. Q., Hori, E., Tran, A. H., ... Esteves, F. (2014). Monkey Pulvinar Neurons Fire Differentially to Snake Postures. *PLoS ONE*, 9(12), e114258. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0114258>
- Le, Q. Van, Isbell, L. A., Matsumoto, J., Nguyen, M., Hori, E., Maior, R. S., ... Nishijo, H. (2013). Pulvinar neurons reveal neurobiological evidence of past selection for rapid detection of snakes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(47), 19000–5. <http://doi.org/10.1073/pnas.1312648110>
- LeDoux, J. (1996). *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. New York: Shuster Sa.
- Leventhal, A. G., Rodieck, R. W., & Drehkr, B. (1985). Central projections of cat retinal ganglion cells. *The Journal of Comparative Neurology*, 237(2), 216–226.
<http://doi.org/10.1002/cne.902370206>
- Lin, Z., & He, S. (2009). Seeing the invisible: the scope and limits of unconscious processing in binocular rivalry. *Progress in Neurobiology*, 87(4), 195–211.
<http://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2008.09.002>
- Livingstone, M., & Hubel, D. (1988). Segregation of Depth: Form, Anatomy, Color, Physiology, and Movement, and Perception. *New Series*, 240(4853), 740–749.
<http://doi.org/http://doi.org/10.1126/science.3283936>
- Maior, R. S., Hori, E., Barros, M., Teixeira, D. S., Tavares, M. C. H., Ono, T., ... Tomaz, C. (2011). Superior colliculus lesions impair threat responsiveness in infant capuchin monkeys. *Neuroscience Letters*, 504(3), 257–260.

- <http://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.09.042>
- Mayr, E. (1974). Behavior programs and evolutionary strategies. *American Scientist*, 62(6), 650–659.
- Merigan, W. H., & Maunsell, J. H. R. (1993). How Parallel are the Primate Visual Pathways? *Annual Review of Neuroscience*, 16(1), 369–402.
<http://doi.org/10.1146/annurev.ne.16.030193.002101>
- Miles, W. R. (1930). Ocular Dominance in Human Adults. *The Journal of General Psychology*, 3(3), 412–430. <http://doi.org/10.1080/00221309.1930.9918218>
- Ohman, A. (2000). Fear and anxiety: Evolutionary, cognitive, and clinical perspectives, 573–593.
- Öhman, A. (2005). The role of the amygdala in human fear: Automatic detection of threat. *Psychoneuroendocrinology*, 30(10), 953–958.
<http://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2005.03.019>
- Öhman, A., Carlsson, K., Lundqvist, D., & Ingvar, M. (2007). On the unconscious subcortical origin of human fear. *Physiology & Behavior*, 92(1), 180–185.
<http://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.057>
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108(3), 483–522.
<http://doi.org/10.1037/0033-295X.108.3.483>
- Öhman, A., Soares, S. C., Juth, P., Lindström, B., & Esteves, F. (2012). Evolutionary derived modulations of attention to two common fear stimuli: Serpents and hostile humans. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(1), 17–32.
<http://doi.org/10.1080/20445911.2011.629603>
- Pessoa, L., & Adolphs, R. (2010). Emotion processing and the amygdala: from a “low road” to “many roads” of evaluating biological significance. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(11), 773–783. <http://doi.org/10.1038/nrn2920>
- Rosen, J. B., & Schulkin, J. (1998). From normal fear to pathological anxiety. *Psychological Review*, 105(2), 325–350. <http://doi.org/10.1037/0033-295X.105.2.325>
- Schiller, P. H., Malpeli, J. G., & Schein, S. J. (1979). Composition of geniculostriate input

- ot superior colliculus of the rhesus monkey. *Journal of Neurophysiology*, 42(4), 1124–33. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/113508>
- Seligman, M. E. P. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior Therapy*, 2(3), 307–320. [http://doi.org/10.1016/S0005-7894\(71\)80064-3](http://doi.org/10.1016/S0005-7894(71)80064-3)
- Soares, S. C. (2012). The lurking snake in the grass: interference of snake stimuli in visually taxing conditions. *Evolutionary Psychology: An International Journal of Evolutionary Approaches to Psychology and Behavior*, 10(2), 187–97. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22947633>
- Soares, S. C., & Esteves, F. (2013). A glimpse of fear: Fast detection of threatening targets in visual search with brief stimulus durations. *PsyCh Journal*, 2(1), 11–16. <http://doi.org/10.1002/pchj.18>
- Soares, S. C., Esteves, F., Lundqvist, D., & Ohman, A. (2009). Some animal specific fears are more specific than others: Evidence from attention and emotion measures. *Behaviour Research and Therapy*, 47(12), 1032–42. <http://doi.org/10.1016/j.brat.2009.07.022>
- Soares, S. C., Lindström, B., Esteves, F., Öhman, A., Öhman, A., Flykt, A., ... Wik, G. (2014). The Hidden Snake in the Grass: Superior Detection of Snakes in Challenging Attentional Conditions. *PLoS ONE*, 9(12), e114724. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0114724>
- Stein, T., Seymour, K., Hebart, M. N., & Sterzer, P. (2014). Rapid Fear Detection Relies on High Spatial Frequencies. *Psychological Science*, 25(2), 566–574. <http://doi.org/10.1177/0956797613512509>
- Tamietto, M., & de Gelder, B. (2010). Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(10), 697–709. <http://doi.org/10.1038/nrn2889>
- Troiani, V., Price, E. T., & Schultz, R. T. (2014). Unseen fearful faces promote amygdala guidance of attention. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(2), 133–140. <http://doi.org/10.1093/scan/nss116>
- Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages. *Nature Neuroscience*, 8(8), 1096–1101. <http://doi.org/10.1038/nn1500>

- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, 6(6), 624–631. <http://doi.org/10.1038/nn1057>
- Watanabe, M., Cheng, K., Murayama, Y., Ueno, K., Asamizuya, T., Tanaka, K., & Logothetis, N. (2011). Attention But Not Awareness Modulates the BOLD Signal in the Human V1 During Binocular Suppression. *Science*, 334(6057).
- Yang, E., Brascamp, J., Kang, M.-S., & Blake, R. (2014). On the use of continuous flash suppression for the study of visual processing outside of awareness. *Frontiers in Psychology*, 5. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00724>
- Yang, E., Zald, D. H., & Blake, R. (2007). Fearful expressions gain preferential access to awareness during continuous flash suppression. *Emotion (Washington, D.C.)*, 7(4), 882–6. <http://doi.org/10.1037/1528-3542.7.4.882>
- Yuval-Greenberg, S., & Heeger, D. J. (2013). Continuous Flash Suppression Modulates Cortical Activity in Early Visual Cortex. *Journal of Neuroscience*, 33(23).
- Zhou, W., Jiang, Y., He, S., & Chen, D. (2010). Olfaction modulates visual perception in binocular rivalry. *Current Biology : CB*, 20(15), 1356–8. <http://doi.org/10.1016/j.cub.2010.05.059>